动 物 学 研 究 2011，Dec. 32(6): 624−630　　CN 53-1040/Q　ISSN 0254-5853
Zoological Research　　DOI：10.3724/SP.J.1141.2011.06624

上海市南汇东滩围垦后海岸带湿地冬春季水鸟生境选择

牛俊英[1,2]，衡楠楠[1]，张　斌[1]，袁　晓[1]，王天厚[1,*]

(1. 华东师范大学 生命科学院 上海市城市化生态过程与生态恢复重点实验室, 上海　200062;
2. 焦作师范高等专科学校, 河南 焦作　400051; 3. 上海市野生动物保护管理站，上海　200233)

摘要：2009 年 12 月—2010 年 5 月, 对上海市南汇东滩围垦后城市湖泊湿地、实验修复湿地、抛荒湿地等三类人工湿地冬季雁鸭类群落和春季鸻鹬类群落展开调查, 并对雁鸭类和鸻鹬类群落特征与相应生境因子进行相关分析。结果显示：三类湿地雁鸭类的种类无显著差异, 但密度有显著差异：实验修复湿地是抛荒湿地的 3.77 倍, 是城市湖泊湿地的 6.03 倍。鸻鹬类种类和密度：实验修复湿地分别是抛荒湿地的 2.88 和 5.70 倍。两者种类和密度差异均极显著。雁鸭类种类、密度、Shannon-Wiener 多样性指数(H')与明水面面积显著正相关; 种类、H'与植被面积显著负相关; 种类、密度、H'均匀度与植被盖度显著负相关; H'与平均水位显著正相关。鸻鹬类种类、密度均与裸露浅滩面积显著正相关。建议对已围垦土地的利用以大中型鱼蟹塘、水田为主, 以提供足够的明水面给越冬的雁鸭类栖息。通过割除植被等方法在春季提供一定的裸露浅滩面积供迁徙的鸻鹬类栖息。

关键词：水鸟; 南汇东滩; 生境因子; 相关分析
中图分类号：Q959.7；Q958.12　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：0254-5853-(2011)06-0624-07

Waterbird habitat-selection during winter and spring in reclaimed coastal wetlands in Nanhui Dongtan, Shanghai

NIU Jun-Ying[1,2], HENG Nan-Nan[1], ZHANG Bin[1], YUAN Xiao[3] , WANG Tian-Hou[1,*]

(1. *School of Life Science*, *Shanghai Key Laboratory of Urbanization and Ecological Restoration*, *East China Normal University*, *Shanghai*　200062，*China*; 2. *Jiaozuo Teachers College*, *Jiaozuo*　400051，*China*; 3. *Department of Wildlife Protection Administration*, *Shanghai*　200233，*China*)

Abstract: From December 2009 to May 2010 goose and duck (Anatidae) community censuses in winter and shorebird (Charadriiforms) community censuses in spring were conducted across three types artificial wetlands (urban lake wetland, restorative wetland, abandoned wetland) along the coast of Nanhui, Shanghai. Correlation analyses were undertaken between community indices and habitat factors. The results showed there were significant differences in the density of geese and ducks among the wetlands, but no difference in the number of species. The density of geese and ducks in the restorative wetland was 3.77 times that of abandoned wetland and 6.03 times that of urban lake wetlands. The number of species and density of shorebirds in restorative wetlands was 2.88 and 5.70 times that of abandoned wetlands. We found significant differences in the number and density of shorebird species between restorative and abandoned wetlands. The number of species density of geese and ducks and the Shannon-Wiener (H') index were positively correlated with water area. The number of species and H' were negatively correlated with vegetation area. The number of species, species density and H' and evenness were negatively correlated with vegetation coverage. H' was positively correlated with mean water level. The results showed that the number and density of shorebird species were positively correlated with bare muddy areas. Aquaculture ponds and paddy fields in reclaimed area is efficient sufficient compensation mechanism to maintain more water areas for waterbirds and to control vegetation expansion and maintain shorebird habitat after coastal reclamation.

Key words: Waterbirds; Nanhui coast; Habitat factors; Correlated analysis

水鸟是湿地生态系统的重要组成成分, 也是湿地重要性和湿地质量评价的重要指标(Furness et al, 1993; Wang & Lu, 2007)。在全球自然湿地不断丧失和退化的趋势下, 人工湿地对水鸟的保育作用日益

收稿日期：2011-03-29；接受日期：2011-10-08
基金项目：科技部支撑项目(2010BAK69B14)；上海市科委海洋专项(10dz1211000)；上海市科委资助项目(082300701, 10dz1200703)
*通讯作者(Corresponding author)，E-mail: thwang@bio.ecnu.edu.cn
第一作者简介：女(1972−), 博士研究生, 副教授。主要研究方向为湿地生态。Email:njy000828@163.com

受到研究者的重视。有研究认为，水位管理适当时，一些人工湿地(如水稻田等)能够为迁徙和越冬水鸟提供适宜栖息地，也能够为繁殖的水鸟提供繁殖场所(Acosta et al, 1996; Elphick & Oring, 1998; Lane & Fujioka, 1998)；但有些研究则认为，自然湿地对水鸟有特殊作用，人工湿地对水鸟的保育作用有限，不能取代自然湿地(Ma et al, 1999, 2004 ; Tourenq et al, 2001)。考虑到人工湿地的管理模式、生境条件、地理位置等因素的差异性，不同类型的人工湿地对水鸟的保育作用也会有所不同(Ma et al, 2004, 2010)。

围垦滩涂是上海市获得备用土地资源的重要方式(Li et al, 2007; Wu, 1999)。南汇东滩地处长江入海口，是长江口不断淤涨的岸段及高含沙量区域之一，也是上海市在较长时期内可持续促淤圈围的重点区域(Li et al, 2003; Li et al, 2004)。该区域分别于2004、2005 年完成围垦工程，围垦后的部分海岸滩涂逐渐转变成各种类型的人工湿地(如城市湖泊湿地、水产养殖塘、抛荒湿地等)。同时该区域位于东亚－澳大利西亚鸟类迁徙路线的中部，是长江口重要的候鸟栖息地之一(Wang & Qian, 1988; Pei et al, 2007)，围垦后不同类型的人工湿地对于水鸟栖息的作用如何；水鸟对栖息地生境因子有什么样的选择倾向；如何在保护水鸟栖息地的前提下开发利用湿地；在上海建设生态城市的大背景下，回答好这些问题至关重要。

越冬雁鸭类和春季迁徙鸻鹬类是南汇东滩两类最主要的水鸟类群(Wang & Qian, 1988; Zhong et al, 2006; Pei et al, 2007)。本文通过对南汇围垦后，人工湿地的雁鸭类和鸻鹬类群落的调查，对比不同类型人工湿地水鸟群落的差异，通过生境因子分析寻找出鸟类多样性存在差异的原因，试图在围垦的海岸带人工湿地中确定适宜水鸟栖息的生境，为围垦后的滩涂湿地的构建和水鸟保护提供科学依据。

1　研究地自然状况与方法

1.1　研究地自然状况

南汇东滩位于长江口和杭州湾之间，其北侧为长江口南槽，南侧为杭州湾。地理坐标为 N 30°50′04″～31°06′47″, E 121°50′50″～121°51′40″。该地处于北亚热带南缘，东亚季风盛行，气候温和湿润，年均气温为 15～16 ℃，最高气温 37.3 ℃，最低气温−7.9 ℃。海拔高度 2～3 m，地势平坦，雨量充沛，年均降雨量 1 222.2 mm。该区域在 2005 年完成围垦工程，围垦后滩涂逐渐转变成 3 类人工湿地：城市湖泊湿地、实验修复湿地和抛荒湿地。本研究以此 3 类湿地作为对象(图 1)。

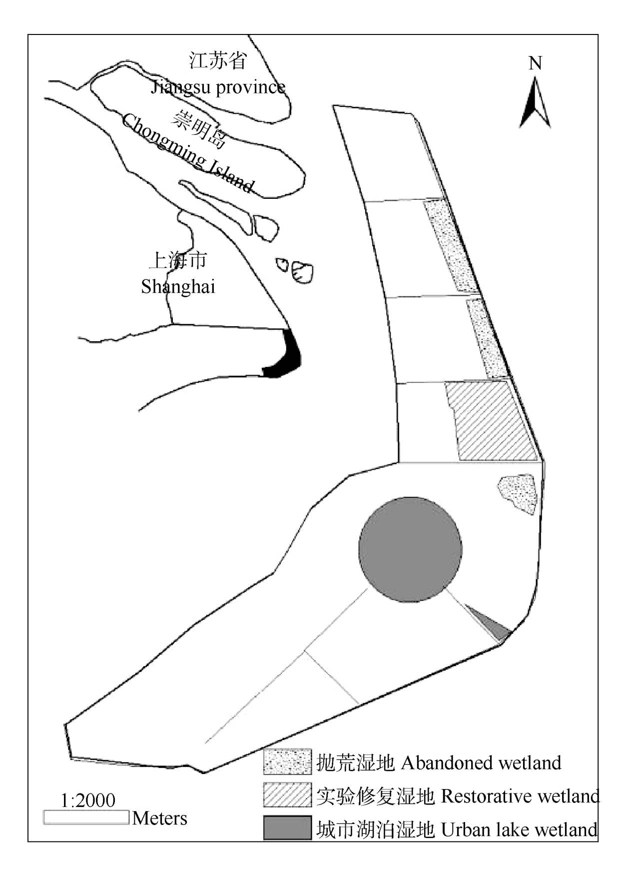


图 1　调查区域示意图
Fig. 1　Location of the study area

城市湖泊湿地包括位于临港新城的滴水湖和三角塘，总面积约 5.56 km², 其规划功能为城市景观用途，兼有蓄水排洪的作用。滴水湖是人工湖泊，正圆筒形；而三角塘是人工改造的三角形湖泊，面积约有 0.30 km²，周围植被为芦苇(*Phragmites australis*)、互花米草(*Spartina alterniflora*)和加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis* L.)，湖中有团状分布的海三棱镳草(*Scirpus mariqueter*)，是位于观海嘴公园的装饰性景观。

实验修复湿地：以生态恢复实验为目的所建立的一个多种生境并存的区域。该湿地位于南汇东滩石皮勒撑塘北侧水塘，总面积 3.5 km², 2009 年初完成栖息地的营造工程。工程通过控制植被面积、水面面积及水位高低，在不同季节营造出浅滩区、浅水区、芦苇区、深水区等不同的生境类型，植被多为芦苇和互花米草。平时该区域兼作散养鱼塘。

抛荒湿地：被围垦后的滩涂长期搁置, 发生自然演替的区域。该湿地位于堤内的抛荒水塘和季节性水淹荒地, 紧邻大堤，植被多为芦苇、互花米草、加拿大一枝黄花、碱蓬(*Suaeda glauca*)等。水位变化随降雨的多寡而定。

由于实验修复湿地和抛荒湿地的生境异质性强, 而城市湖泊湿地生境比较均一, 考虑样方间的生境因子差异以及各样方间的距离, 实验修复湿地和抛荒湿地各选择4个样方, 城市湖泊湿地选择3个样方, 每个样方面积 10 hm^2。样方类别及生境特点见表 1。

表 1　本研究调查样方一览表

Tab. 1　Sampling sites

生境类型 Habitat type	样方 Samples	生境特点 Habitat characteristics
城市湖泊湿地 Urban lake wetland	样方 1	人工湖泊, 最大水位 6.2 m, 平均水位 3.5 m。周围有道路及人工建筑, 人为干扰严重。
	样方 2	人工湖泊, 最大水位 1.0 m, 平均水位 0.4 m。
	样方 3	人工湖泊, 最大水位 1.0 m, 平均水位 0.4 m。毗邻度假酒店。
实验修复湿地 Restorative wetland	样方 5	人为营造的有稀疏芦苇带状分布的水面, 水位随季节变化, 春季有浅滩露出。
	样方 6	人为营造的有团状芦苇团状互花米草分布的水面, 水位随季节变化, 春季有浅滩露出。
	样方 7	人为营造的线状芦苇及大面积稠密互花米草分布水面, 水位随季节变化, 春季有浅滩露出。
	样方 8	大面积明水面, 水位随雨水而变化, 周围芦苇环绕。
抛荒湿地 Abandoned wetland	样方 4	芦苇围绕的一个水塘, 水位随降雨而变化, 一侧靠近大堤。
	样方 9	平行于海堤的带状区域, 水位随降雨变化, 水面被芦苇等植被分割成斑块状分布。
	样方 10	平行于海堤的带状区域, 水位随降雨而变化, 水面被芦苇等植被分割成斑块状分布, 有部分无植被裸露旱地。
	样方 11	季节性水淹荒地。

1.2　研究方法

1.2.1　野外调查　本研究野外调查时间为 2009 年 12 月—2010 年 5 月。其中 2009 年 12 月—2010 年 2 月为冬季, 2010 年 3 月—2010 年 5 月为春季。每两天完成一轮样方的调查, 冬季每个样方调查 6 次(2009 年 12 月 14 日—12 月 19 日; 2010 年 1 月 14 —日 1 月 19 日), 春季每个样方调查 7 次(2010 年 3 月 26 日—3 月 29 日; 4 月 7 日—4 月 12 日; 4 月 21 日—4 月 24 日)。每次调查中 3 人同行, 借助双筒望远镜(×10)和单筒望远镜(×32), 记录样方中栖息鸟类的种类和数量, 样方内惊飞的水鸟被记录, 飞过样方的不记录。蔡友铭和袁晓发现，孤沙锥(*Gallinago solitaria*)、扇尾沙锥(*Gallinago gallinago*)、针尾沙锥(*Gallinago stenura*)、大沙锥(*Gallinago megala*)等 4 种水鸟在调查区域均有分布(Cai & Yuan, 2008), 但是由于在野外对此 4 种沙锥很难区别, 在本文中这 4 种沙锥被作为一个分类单元处理, 记录为沙锥(*Gallinago* sp.)。

考察研究区域的生境条件, 选择可能对雁鸭类和鸻鹬类栖息有影响的生境因子, 如明水面面积、裸露浅滩面积、植被面积、植被盖度、平均水位、人为干扰等 6 项。每个季节生境因子调查一次。明水面面积为没有植被分布的净水面面积, 裸露浅滩为湿润的光滩或者为有一薄层水膜(2～10 cm)的浅滩, 平均水位为样方边缘、中间等 4～5 点水位的平均值。根据人为活动情况和周围道路状况，人为干扰分为 4 级：1 级：干扰很少, <1 人/每次调查, 无机动车通过; 2 级：干扰较少, 2～3 人/每次调查, 无机动车通过; 3 级：干扰较大, 5～7 人/每次调查, 机动车较少; 4 级：干扰很大, 定期有大量人为干扰, 机动车较多。冬季各样点生境因子范围如下：明水面面积在 4～9.5 hm^2 之间, 植被面积在 0～5 hm^2 之间, 植被盖度在 0～85%之间, 平均水位在 0.25～3.5 m 之间, 人为干扰级别在 1～4 之间。春季各样点生境因子范围如下：明水面面积在 3～8 hm^2 之间, 裸露浅滩面积在 0.5～3 hm^2 之间, 植被面积在 1～5 hm^2 之间, 植被盖度在 40%～70%之间, 平均水位在 0.10～0.35 之间。人为干扰级别在 1～3 之间。

1.2.2　数据处理　水鸟数量等级的确定依据观察到的个体数占统计中遇到的鸟类总数的百分比确定, 大于 10%的为优势种, 10%～1%为常见种, 小于 1%为少见种。物种多样性指标采用 Shannon-Wiener 指数(H') (Ludwig & Reynolds, 1988)计算：$H'=-\sum_{i=1}^{S}P_i\ln P_i$, P_i 为第 i 个种的个体比例, P_i 运算时取数次调查的平均值, S 为种类数。均匀度指标采用 Pielou 指数(J) (Pielou,1969)：$J=H'/H_{max}$, H_{max} 为最大多样性值, $H_{max}=\ln S$, S 为该样方的总物种数。

数据在分析时先进行正态分布检验, 非正态分布数据采用自然对数转换。用单因素方差分析来比较 3 类湿地冬季雁鸭类种类、密度等差异, 用 *t*-检验来比较春季两类湿地鸻鹬类种类、密度等差异性。用相关分析来确定水鸟群落特征与生境因子的关系。人为干扰因子与水鸟群落特征关系采用非参数检验进行分析。通过 SPSS13.0 进行统计分析。文中种类和密度数据采用平均值±标准误(Mean±*SE*)表示, $P<0.05$ 即认为差异显著。

2 结　果

2.1　南汇东滩冬季雁鸭类生境分析

冬季记录雁鸭类 13 种。罗纹鸭(*Anas falcata*)、赤膀鸭(*A. strepera*)、赤颈鸭(*A. penelope*)为优势种；红头潜鸭(*Aythya ferina*)、斑嘴鸭(*A. clypeata*)为常见种；豆雁(*Anser fabalis*)、针尾鸭(*A. acuta*)、绿翅鸭(*A. crecca*)、白眉鸭(*A. querquedula*)、绿头鸭(*A. platyrhynchos*)、琵嘴鸭(*A. clypeata*)、白秋沙鸭(*Mergus albellus*)为少见种；斑脸海番鸭 (*Melanitta fusca*)仅记录 1 次 1 只(雌性), 认定为迷鸟。

因样方 11 没有记录到雁鸭, 故分析时将其剔除。对明水面面积、植被面积、植被盖度、平均水位、人为干扰等 5 项生境因子与各样方雁鸭群落特征(表 2)进行相关分析, 所得结果见表 3。

雁鸭类种类、密度和多样性指数均与明水面面积显著正相关；种类、多样性指数与植被面积显著负相关；种类、密度、多样性指数和均匀度与植被盖度显著负相关；多样性指数和平均水位显著正相关(表 3)。这些都表明冬季雁鸭类趋于选择大明水面面积和较高水位的生境栖息, 回避大面积植被和高植被盖度的生境。

表 2　上海南汇东滩冬季各样方雁鸭类群落特征

Tab. 2　Goose and duck community characteristics during winter along Nanhui coast

样方 Sample	种类 Number of species (Mean±*SE*)	密度 Density (ind./ hm^2) (Mean±*SE*)	多样性指数 Shannon-wiener index(*H'*)	均匀度 Evenness(*J*)
样方 1	2.83±0.79	5.38±2.43	1.4428	0.7415
样方 2	0.33±0.11	0.23±0.18	0	0
样方 3	0.83±0.40	1.08±1.01	0.7312	0.6656
样方 4	3.17±0.17	17.78±5.14	0.8979	0.5011
样方 5	0.38±0.26	0.36±0.31	0.5390	0.7776
样方 6	2.63±0.63	19.01±4.22	1.4051	0.7220
样方 7	0.13±0.13	0.05±0.05	0	0
样方 8	2.50±0.60	56.19±14.16	1.2411	0.6927
样方 9	0.67±0.33	1.45±1.02	0.78	0.7080
样方 10	0.33±0.21	0.20±0.13	0	0

表 3　上海南汇东滩冬季雁鸭类群落特征与生境因子相关性

Tab. 3　Correlation between goose and duck communities and habitat factors in Nanhui coast

雁鸭类群落指标 Anatidae Community index	明水面面积 Water area	植被面积 Vegetation area	植被盖度 Vegetation coverage	平均水位 Water lever	人为干扰 Human disturbance
种类 Species	0.697*	−0.693*	−0.736*	0.591	0.366
密度 Densities	0.633*	−0..612	−0.635*	0.465	0.022
多样性 Shannon-wiener index(*H'*)	0.677*	−0..699*	−0.772**	0.643*	0.294
均匀度 Evenness(*J*)	0.222	−0..274	−0.652*	0.198	0.385

*$P<0.05$；**$P<0.01$ (Bivariate correlations)

以三种人工湿地为单位, 通过单因素方差分析比较冬季雁鸭类种类及密度的差异, 结果如图 2A 所示：实验修复湿地记录雁鸭类 9 种；抛荒湿地 6 种；城市湖泊湿地 7 种。三类栖息地雁鸭类种类无显著差异($df=2$, $F_{(2, 15)}=0.633$, $P=0.545$) 。

雁鸭类密度高低依次为实验修复湿地>抛荒湿地>城市湖泊湿地。实验修复湿地雁鸭类密度是抛荒湿地的 3.77 倍, 是城市湖泊湿地的 6.03 倍。三类湿地雁鸭类密度差异显著 ($df=2$, $F_{(2, 15)}=12.055$, $P=0.001$)。多重比较表明, 实验修复湿地与抛荒湿地及城市湖泊湿地密度差异显著($P<0.001$,$P=0.001$), 抛荒湿地和城市湖泊湿地雁鸭类密度差异不显著 ($P=0.601$)。

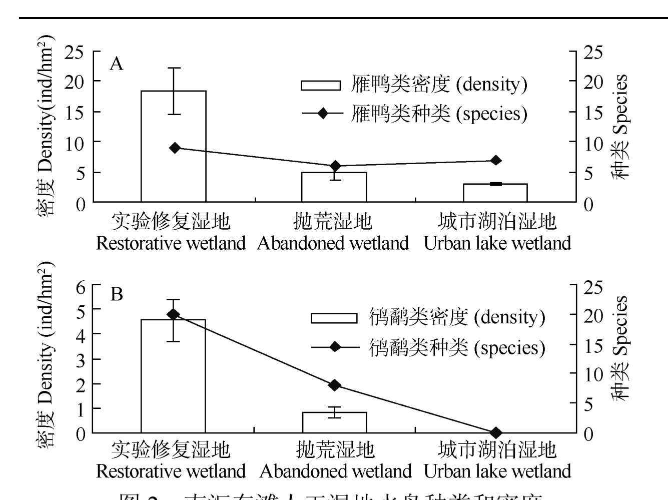


图 2 南汇东滩人工湿地水鸟种类和密度

Fig. 2 Number of species and density of waterbirds in Nanhui coast

A）冬季雁鸭类；B）春季鸻鹬类。

A) Geese and ducks in winter; B) Shorebirds in spring.

2.2 南汇东滩春季鸻鹬类群落分析

春季共记录鸻鹬类 22 种，其中环颈鸻(*Charadrius alexandrinus*)、黑翅长脚鹬(*Himantopus himantopus*)、泽鹬(*Tringa stagnatilis*)、沙锥为优势种；金眶鸻(*Charadrius dubius*)、小杓鹬(*Numenius minutus*)、鹤鹬(*Tringa erythropus*)、红脚鹬(*T. totanus*)、青脚鹬(*T. nebularia*)、林鹬(*T. glareola*)、红颈滨鹬(*Calidris ruficollis*)、尖尾滨鹬(*C. acuminata*)为常见种；普通燕鸻(*Glareola maldivarum*)、铁嘴沙鸻(*Charadrius leschenaltii*)、黑尾塍鹬(*Limosa limosa*)、灰尾漂鹬(*Heteroscelus brevipes*)、翘嘴鹬(*Xenus cinereus*)、阔嘴鹬(*Limicola falcinellus*)、流苏鹬(*Philomachus pugnax*)、反嘴鹬(*Recurvirostra avosetta*)为少见种。

对有鸻鹬类记录的 6 个样方的生物群落特征(表 4)与生境因子进行相关分析。结果显示，鸻鹬类种类和密度均与样方中裸露浅滩面积呈显著正相关，与其他生境因子无显著相关；多样性指数和均匀度与各生境因子均无显著相关。即堤内裸露浅滩面积大小是容纳鸻鹬类种类和密度的决定因素。

表 4 上海南汇东滩春季各样方鸻鹬类群落特征

Tab. 4 Shorebird community characteristics during spring along Nanhui coast

样方 Samples	平均种类 Species (Mean±*SE*)	密度 Densities (ind./hm^2) （Mean±*SE*）	多样性指数 Shannon-wiener index(*H′*)	均匀度 Eveness(*J*)
样方 5	7.20±0.61	9.16±2.00	1.7946	0.6627
样方 6	2.90±0.46	4.48±0.85	1.1245	0.5118
样方 7	4.80±0.87	3.79±1.14	1.8169	0.6709
样方 8	0.40±0.40	0.24±0.24	0.9557	0.8699
样方 10	0.60±0.40	0.14±0.10	1.6511	2.3820
样方 11	1.40±0.24	2.18±0.49	0.60	0.3083

鸻鹬类于城市湖泊湿地未记录到，于实验修复湿地与抛荒湿地各记录到 20 种及 8 种。实验修复湿地鸻鹬类种类是抛荒湿地的 2.28 倍(图 2B)(t=5.378, df=12, P<0.001)。鸻鹬类密度是抛荒湿地的 5.70 倍(t=4.676, df=12, P=0.001)。即南汇堤内春季鸻鹬类多栖息在实验修复湿地，少量栖息在抛荒湿地。2009 年 4 月 23 日在季节性水淹荒地(样方 11)，记录到 27 只国家二级重点保护鸟类小杓鹬。

3 讨 论

3.1 雁鸭类生境选择

雁鸭类生境选择相关研究表明雁鸭类冬季倾向于聚集分布(Zhao et al, 2008); Hua et al (2009)的研究表明，水面面积大的水塘由于较大的容纳量、缓冲干扰以及更多样的生境等原因，相对小面积的养殖塘能够吸引更多种类和更高密度的游禽。

本研究结果表明，南汇东滩冬季雁鸭类趋于选择水面面积大和较高水位的环境栖息，回避较大植被盖度和植被面积的生境。本研究结论也较好的解释了三类人工湿地冬季雁鸭类密度差别的原因。实验修复湿地在营造生境时有 30 hm^2 的明水面，并且通过人工有选择地割除芦苇等植被，降低了植被比例和植被盖度，所以实验修复湿地雁鸭类的分布密度最高，是雁鸭类的主要栖息地。在实验修复湿地，雁鸭类也主要聚集在水面面积大，植被稀疏的两个样方，而在大面积郁闭互花米草分布的样方，雁鸭类的密度极低；而抛荒湿地由于处于无人管理状态，随着滩涂的逐渐旱化，水面逐渐被芦苇侵占，表现为植被面积大、植被盖度高，水域面积小且呈片断分布，故雁鸭类的种类和密度较小。城市湖泊湿地

也由于植被盖度大等原因雁鸭类种类和密度最少，而且在冬季野外观察中发现，周末城市湖泊湿地的游人和车辆等人为干扰因素较多，使其不能成为雁鸭类稳定的栖息地。人为干扰因素也是城市湖泊湿地雁鸭类种类最少和密度最低的原因之一。

3.2 鸻鹬类生境选择

关于鸻鹬类生境选择的研究表明，鸻鹬类倾向于选择植被覆盖率低，裸露光滩面积充足，浅水位的生境(Davis & Smith, 1998; Ge et al, 2006 ; Tang & Lu, 2002)。浅水环境对鸻鹬类栖息具有重要意义(Isola et al, 2000; Safran et al, 1997; Taft et al, 2002)。鸻鹬类主要利用 10 cm 以下的浅水栖息地(Safran et al, 1997)。在自然滩涂中，鸻类倾向于选择在海三棱藨草带，滨鹬类倾向于选择没有植被覆盖的滩涂(Jing, 2005)。本研究结果表明，鸻鹬类种类和密度均和样方中裸露浅滩面积呈显著正相关。堤内浅滩面积大小是鸻鹬类种类和密度大小的决定因素。本研究和其它研究都指出一定的裸露浅滩面积是决定鸻鹬类分布的重要因素，对于围垦后的人工湿地而言，裸露浅滩对于鸻鹬类的意义尤为关键。围垦后随着土地的旱化，芦苇、互花米草等大型植被群落迅速扩散和蔓延，这些植被高度和植被盖度都不适宜鸻鹬类栖息，所以围垦后海堤内人工湿地适合鸻鹬类栖息的最佳生境就是大面积的裸露浅滩。在野外观察中，我们发现在观察样方外，放干水的鱼塘会吸引大群的鸻鹬类停歇。

南汇滩涂在 1998 年春季记录到的鸻鹬类密度为 13 ind./hm^2(Hu & Lu, 2000)，而本研究记录的鸻鹬类最大密度 9.16 ind./ hm^2，导致鸻鹬类密度降低的主要原因是由于围垦后滩涂逐渐被芦苇、互花米草、海三棱藨草等植被群落覆盖(Liu & Han, 2009)，裸露浅滩面积逐渐萎缩而致。

本研究较好地解释了三类人工湿地鸻鹬类的差异。春季实验修复湿地鸻鹬类种类和密度均高于抛荒湿地，城市湖泊湿地无鸻鹬类分布。实验修复湿地上年冬季放水后营造了较大面积的浅滩。抛荒湿地的浅滩面积小且被芦苇等植被间隔成片断。城市湖泊湿地水域沿岸的基质为石质或混凝土质地，没有浅滩，所以没有记录到鸻鹬类。

3.3 南汇东滩人工湿地的管理建议

根据本研究的结论，实验修复湿地是冬季雁鸭类和春季鸻鹬类的主要人工栖息地。实验修复湿地是在保留散养鱼塘的生产方式的同时对水位、植被等生境因子进行控制的一个区域。而在南汇围垦区域的土地使用规划中，今后十年内土地的使用方式包括鱼塘、水田、旱地等形式，故建议南汇东滩围垦后土地的利用方式应以大中型鱼蟹塘、水田为主，以提供足够的明水面给越冬的雁鸭类栖息。由于春季鱼塘的蓄水放苗时间正是鸻鹬类的迁徙季节，所以除实验修复湿地有意延迟蓄水时间以吸引鸻鹬类外，其他湿地由于缺乏浅滩，水位过高等并不能被鸻鹬类有效利用，建议通过割除植被，控制水位等方法在春季提供一定的浅滩面积供迁徙的鸻鹬类栖息。

致谢：本研究野外调查工作得到了上海市野保站的鼎力支持，特此感谢。

参考文献：

Acosta M, Mugica L, Mancina C, and Ruiz X.1996. Resource partitioning between glossy and white ibises in a rice field system in south-central Cuba[J].*Colon Waterbirds*, **19**: 65-72.

Cai YM, Yuan X. 2008. Waterbirds in Shanghai. Science and Technology Press in Shanghai[M]. [蔡友铭, 袁晓. 2008. 上海水鸟. 上海: 上海科学技术出版社.]

Davis CA, smith LM .1998. Ecology and management of migrant shorebirds in the playa lake region of Texas[J]. *Wildl Monogr*，**140**: 1-4.

Elphick CS, Oring LW .1998. Winter management of Californian rice fields for waterbirds[J]. *J Appl Ecol*, **35**: 95-108.

Furness RW, Greenwood JJD, Jarvis J.1993. Can birds be used to monitor the environment? [M]// Birds as Monitors of Environmental Change, London: Chapman& Hall, 1-41.

Guillemain M, Fritz H, Guillon N. 2000. The use of an artificial wetland by Shoveler *Anas clypeata* in western rance: the role of food resources[J]. *Rev Ecol*: *Terre Vie*, **55**: 263-274.

Ge ZM, Wang TH, Shi WH, Zhou X.2006. Seasonal change and habitat selection of shorebird community at the south Yangtze River Mouth and north Hangzhou Bay[J]. *Acta Ecol Sin*, 26(1): 40-47. [葛振鸣, 王天厚, 施文, 周晓. 2006. 长江口杭州湾鸻形目鸟类群落季节变化和生境选择. 生态学报, **26**(1): 40-47.]

Hu W, Lu JJ. 2000. Study on shorebird communities in San Jia Gang region[J]. *J East Chn Norm Univ : Nat Sci*, **4**: 106-109. [胡伟, 陆健健. 2000. 三甲港地区鸻形目鸟类春季群落结构研究.华东师范大学学报, **4**: 106-109.]

Hua N, Ma ZJ, Ma Q, Song GX, Tang CD, Li B, Chen JK. 2009. Waterbird use of aquaculture ponds in winter at Chongming Dongtan[J]. *Acta Ecol Sin*,, 29(12); 6342–6350. [华宁, 马志军, 马强, 宋国贤, 汤臣栋, 李博, 陈家宽.2009.冬季水鸟对崇明东滩水产养殖塘的利用.生态学报 29(12); 6342-6350.]

Isola CR, Colwell MA, Taft OW Safran RJ.2000. Interspecific differences in habitat use of shorebirds and waterfowl foraging in managed wetlands of California's San Joaquin valley[J]. *Colon Waterbirds*, **23**: 196-203.

Jing K. 2005. Stopover Ecology of Shorebirds in Chongming Dongtan, Shanghai[D]. Ph.D thesis, Fudan University, Shanghai.[敬凯, 上海崇明东滩鸻鹬类中途停歇生态学研究. 博士论文, 复旦大学.]

Lane SJ, Fujioka M .1998. The impact of changes in irrigation practices on the distribution of foraging egrets and herons(Ardeidae) in rice fields of central Japan[J]. *Conserv Biol,* **83**, 221-230.

Li JF, Wan XN, Chen XH, Xu HG .2003. Coastal land resource in shanghai with analysis on their sustainable exploitation[J]. *Resour Environ Yangzte Basin*, **12**(1): 17-21. [李九发, 万新宁, 陈小华, 徐海根.2003 上海滩涂后备土地资源及其可持续开发途径.长江流域资源与环境, **12**(1): 17-21.]

Li JF, Dai ZJ, Ying M, Wu RR,Fu G, Xu HG .2007. Analysison the development and evolution of tidal flats and reclaimation of land resource along shore of Shanghai city[J]. *J Nat Resour*, **22**(3): 361-371. [李九发, 戴志军, 应铭, 吴荣荣, 付桂, 徐海根. 2007.上海市沿海滩涂土地圈围与潮滩发育演变分析.自然资源学报, **22**(3): 361-371.]

Li MT, Chen ZY, Li G. 2004. Erosin-deposition analysis on east Nanhui tidal flat of Yangtze river estuary and scientifical decision borderline about accelerating reclaim and making land [J]. *Resour Environ Yangzte Basin*, **13**(4): 365-369. [李茂田, 陈中原, 李刚. 2004.从长江口南汇东滩冲淤变化探讨合理选择促淤造陆边界.长江流域资源与环境, **13**(4):365-369.]

Liu Y, Han Z. 2009. The study of spatial and temporal variations on vegetation communities in Nanhui tidal flat of Changjiang Estuary by using remote sensing [J]. *J Shanghai Ocean Univ*, **18**(5), 579-585. [刘瑜, 韩震. 2009. 基于遥感的长江口南汇潮滩植被群落时空动态分析.上海海洋大学学报, **18**(5), 579-585.]

Ludwig JA, Reynolds JF.1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing[M]. New York.: JohnWiley& Sons.

Ma ZJ, Wang ZJ, Tang HX. 1999. Habitat use and selection by red-crowned crane *Grus japonensis* in winter in Yancheng Biosphere Reserve, China[J]. *Ibis*, **141**: 135-139.

Ma ZJ, LI B, Zhao B, Jing K, Tang SM and Chen JK .2004. Are artificial wetlands good alternatives to natural wetlands for waterbirds?- A case study on Chongming Island, China[J]. *Biodivers Conserv*, **13**: 333-350.

Ma ZJ, Cai YT, Li B, Chen JK.2010. Managing wetland habitats for waterbirds: A international perspective[J]. *Wetland*, **30**, 15-27

Ogden JC .1991. Nesting by wood storks in natural, altered, and artificial wetlands in central and northern Florida[J]. *Colon Waterbirds*, **14**: 39-45.

Pei EL, Yuan X, Tang CD, Ma Q, Chen XZ, Liu YY.2007. Study on the waterbird communities during southward migration in shanghai[J]. *J Fudan Univ*, **46**(6), 906-912. [裴恩乐, 袁晓, 汤臣栋, 马强, 陈秀芝, 刘雨邑. 2007. 上海沿江沿海湿地南迁水鸟群落的动态变化.复旦大学学报, **46**(6), 906-912.]

Safran RJ, Isola CR, Colwell MA, Williams OE .1997. Benthic invertebrates at foraging locations of nine waterbird species in managed wetlands of the northern San Joaquin Valley California[J]. *Wetland*, 17, 407-415.

Taft OW, Colwell MA, Isola CR, Safran RJ .2002.Waterbird responses to Experimental drawdown: implications for the multispecies management to wetland mosaies[J]. *J Appl Ecol*, **39**: 987-1001.

Tang CJ, Lu JJ. 2002. A study on ecological characteristics of community of the migrating waders in wetlands insides cofferdam near the Pudong national airport[J]. *Chn J Zool*, **37**(2): 27-33. [唐承佳, 陆健健. 2002. 围垦堤内迁徙鸻鹬群落的生态学特征.动物学杂志, **37**(2): 27-33.

Tourenq C, Bennetts RE, Kowalski H, Vialet E , Lucchesi JL, Kayser Y.2001. Are ricefields a good alternative to natural marshes for waterbird communities in the Camargue, southern France? [J]. *Biol Conserv* **100**: 335-343.

Wang Q, Lu XG. 2007. Application of water bird to monitor and evaluate wetland ecosystem[J]. *Wetland Sci*, **5**(3): 274-281. [王强, 吕宪国.2007 鸟类在湿地生态系统检测与评价中的应用.湿地科学 **5**(3): 274-281.]

Wang TH, Qiang GZ .1988. Shorebirds in the Yangtze River Estuary and Hangzhou Bay. Shanghai[M]. Shanghai: East China Normal University Press, ,16-19. [王天厚, 钱国桢. 1988. 长江口杭州湾鸻形目鸟类[M]. 上海: .华东师大出版社, 16-19.]

Wu YX.1999.The initial research into feasibility of realizing the cultivated lands dynamic balance in shanghai[J]. *Chn Popul Resour Environ,* **9**(3): 50-54. [吴永兴. 1999. 上海市实行耕地动态平衡的可行性分析与探讨.中国人口资源与环境, **9**(3): 50-54.]

Zhao JX, Liu H, Zhang LQ.2008. Spatial patterns for the distribution of winter waterbirds in the aquaculture ponds of Chongming Dongtan, Shanghai[J]. *Zool Res*, **29**(2): 212-218. [赵锦霞, 刘昊, 张利权.2008. 崇明东滩越冬水鸟在养殖塘的空间分布. 动物学研究, **29**(2): 212-218.]

Zhao P, Yuan X, Tang SX, Wang TH .2003. Species and habitat preference of waterbirds at the eastern end of Chongming island (Shanghai) in winter[J]. *Zool Res*, **24**(5): 387-391. [赵平, 袁晓, 唐思贤, 王天厚. 2003. 崇明东滩冬季水鸟的种类和生境偏好. 动物学研究, **24**(5): 387-391.]

Zhong YK, Zhou H, Shi WH, Zhou X, Zhou LC, Wang TH .2006.Survey on shorebirds community and their habitat in shanghai tidal flat in spring[J]. *Resour Environ Yangzte Basin*, **15**(3): 378-383 .[仲阳康, 周慧, 施文 , 周晓, 周立晨, 王天厚.2006. 上海滩涂春季鸻形目鸟类群落及围垦后生境选择. 长江流域资源与环境. **15**(3): 378-383.]